

TESIS

**PENGENALAN SUARA KERUSAKAN MESIN SEPEDA
MOTOR MANUAL 4TAK MENGGUNAKAN METODE
HIDDEN MARKOV MODEL DAN *GAUSSIAN MIXTURE
MODEL***



HARIYANTO SANTOSO

No. Mhs : 165302603/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2019**

TESIS

**SOUND RECOGNITION OF FOUR STROKE MANUAL
TRANSMISSION MOTORCYCLE ENGINE'S DAMAGE
USING HIDDEN MARKOV MODEL AND GAUSSIAN
MIXTURE MODEL**



HARIYANTO SANTOSO

No. Mhs : 165302603/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2019**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Hariyanto Santoso
Nomor Mahasiswa : 165302603/PS/MTF
Konsentrasi : Intelligent Informatics
Judul Tesis : **PENGENALAN SUARA KERUSAKAN MESIN SEPEDA
MOTOR MANUAL 4TAK MENGGUNAKAN METODE
HIDDEN MARKOV MODEL DAN GAUSSIAN
MIXTURE MODEL**

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda tangan

Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.

26/7/2019

Dr. Pranowo, S.T., M.T.

26/7/2019



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Hariyanto Santoso
Nomor Mahasiswa : 165302603/PS/MTF
Konsentrasi : Intelligent Informatics
Judul Tesis : **PENGENALAN SUARA KERUSAKAN MESIN
SEPEDA MOTOR MANUAL 4TAK MENGGUNAKAN
METODE HIDDEN MARKOV MODEL DAN
GAUSSIAN MIXTURE MODEL**

Nama Penguji	Tanggal	Tanda tangan
Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T. (Ketua)	26-7-2019	
Dr. Pranowo, S.T., M.T. (Anggota)	26/7/2019	
Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D. (Anggota)	29/7/2019	

Ketua Program Studi

Ir. A. Djoko Budiyanto Setyohadi, M.Eng., Ph.D.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PERNYATAAN PENULIS

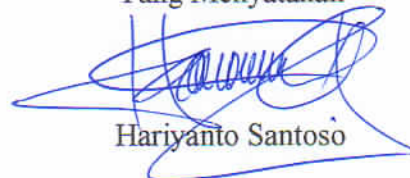
Dengan ini saya,

Nama : Hariyanto Santoso
NIM : 165302603/PS/MTF
Konsentrasi : Intelligent Informatics
Judul Tesis : **PENGENALAN SUARA KERUSAKAN MESIN
SEPEDA MOTOR MANUAL 4TAK MENGGUNAKAN
METODE HIDDEN MARKOV MODEL DAN
GAUSSIAN MIXTURE MODEL**

Menyatakan bahwa tesis ini merupakan karya penulis dan yang tidak terdapat sepanjang pengetahuan penulis bahwa ada karya tulis atau yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Mei 2019

Yang Menyatakan



Hariyanto Santoso

INTISARI

Pengenalan Suara atau *Sound Recognition* merupakan salah satu penelitian yang mempelajari tentang sumber dari sebuah suara, yang kemudian digunakan sebagai suatu acuan dalam pembelajaran. Suara yang dimaksud dalam penelitian ini ialah suara yang dihasilkan dari bunyi suara mesin sepeda motor. Dari suara tersebut kemudian dipelajari dan digunakan sebagai objek dari penelitian. Dibantu dengan metode HMM (*Hidden Markov Model*) dengan GMM (*Gaussian Mixture Model*) dimana HMM digunakan sebagai pembentukan pola rantai dan GMM digunakan sebagai pola pencocokan suara. Dalam penelitian ini memang benar-benar mempelajari dari setiap bunyi suara mesin sepeda motor yang digunakan sebagai data *sample* di laboratorium. Dari bunyi suara mesin sepeda motor yang didengar oleh telinga manusia menunjukkan kondisi setiap sepeda motor. Oleh sebab itu dari penelitian ini memberi manfaat bagi peneliti dan pemilik kendaraan sepeda motor untuk mengetahui kondisi kerusakan mesin sepeda motor dan membantu pencegahannya sehingga tidak menyebabkan kerusakan fatal dan dapat merusak polusi udara kota Dili, Timor Leste. Dan dari hasil penelitian yang di dapati sangat membantu baik bagi peneliti, mekanik maupun pemilik kendaraan sepeda motor.

Kata kunci ; Sepeda Motor, Pengenalan Suara, *HMM*, *GMM*

ABSTRACT

Sound Recognition is one of the research studies about the source of a sound, which is then used as a reference in learning. The sound is in this research is the sound generated from the sound of the engine noise of motorcycles. The sound of later studied and used as an object of research. Aided by the method of HMM (Hidden Markov models) with GMM (Gaussian Mixture models) which was used as pattern formation HMM chain and GMM is used as pattern matching the sound. In this research does really learn from each sound of the engine damage of motorcycles that are used as the sample data at the laboratory. From the sound of a motorcycle engine noise heard by the human ear shows the condition of any motorcycle. Therefore, from this research benefit researchers and motorcycle vehicle owner to know the condition of the motorcycle engine damage and helps prevention so as not to cause fatal damage and could damage the city's air pollution Dili, East Timor. And from the results of research that found very helpful for researchers, mechanical or vehicle owner's motorcycle.

Key words : *Motorcycle, Sound Recognition, HMM, GMM*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus oleh karena penyertaan dan tuntunan-Nya, penulis bisa menyelesaikan Tesis ini dengan judul “Pengenaln Suara Kerusakan Mesin Sepeda Motor Manual 4Tak Menggunakan Metode Hidden Markov Model Dan Gaussian Mixture Model.” Penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik Informatika.

Dalam penulisan dan penyusunan laporan ini banyak sekali tantangan dan pelajaran berharga yang penulis hadapi, sehingga kadang kala penulis menemukan hambatan yang menyita banyak waktu dalam penulisan laporan ini. Tetapi karena dukungan dan bantuan serta motivasi yang bersifat kritik maupun masukan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung, pada akhirnya penulis bisa menyelesaikan laporan ini dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Papa yang telah dipanggil Tuhan dan yang tidak sempat menikmati kebahagiaan anaknya, juga Mama sebagai tulang punggung keluarga yang berharap penulis segera menyelesaikan studi.
2. Ir. A. Djoko Budiyanto Setyohadi, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

/3.Prof.Ir.Suyoto....

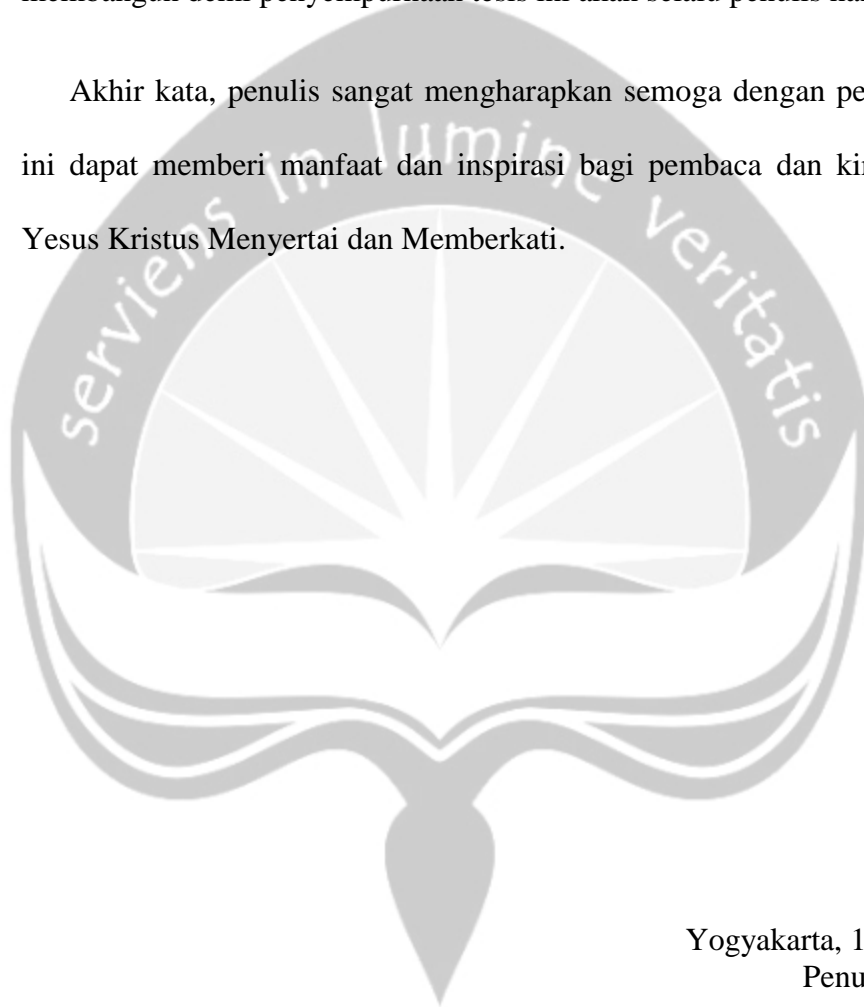
3. Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji III dan juga sebagai Dosen yang baik dan sabar, selalu memberi inspirasi dan motivasi kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
4. Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu sabar dan baik, yang telah memberikan waktu dan membagikan ilmu serta masukan kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
5. Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membagikan ilmu dan memberikan masukan kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
6. Seluruh pemimpin Board of Trustees Dili Institute of Technology, Dili Timor-Leste dan Seluruh Staff yang memberikan kepercayaan, dukungan dan membantu membiayai penulis dalam menyelesaikan program Magister.
7. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Informatika, dan karyawan-karyawati mulai dari satpam sampai staff admisi Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memfasilitasi dan membantu penulis selama menempuh studi.
8. Seluruh teman-teman MTF-UAJY angkatan 2015 dan 2016 yang selalu menanyakan dan membantu ketika penulis mengalami jalan buntu dan selalu menyemangati serta tak pernah kenal lelah.

/9.Seluruh teman-...

9. Seluruh teman-teman Destiny Generation Yogyakarta dan KJM Timor Leste yang selalu menyemangati dan menasihati penulis untuk tetap semangat dan kuat menghadapi proses penelitian hingga akhirnya selesai.
10. Seluruh teman-teman Komunitas Jamur Inside dan Sektor169 yang selalu membantu dalam mencari data sampel yang digunakan dalam penelitian ini.
11. Seluruh keluarga besar yang ada di Jawa, Bali dan di Timor Leste, doa dan dukungan merekalah penulis dapat melanjutkan penelitian yang sempat terhalang.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan tesis ini.
13. Ter spesial buat istri tercinta Tinaere Gomes Santoso, yang selalu setia mendukung baik lewat doa maupun lewat semangatnya yang tulus bagi penulis dalam proses penyelesaian penelitian ini meskipun proses penelitian kurang berjalan mulus.
14. Buah hati kami Demiliana Gracia Gomes Santoso yang kurang menikmati masa pertumbuhannya dengan didampingi sosok seorang ayah karena selama penulis menyelesaikan proses penelitian ini.

Demikian dalam penulisan tesis ini dibuat dengan sebaik-baiknya oleh penulis. Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan tesis ini akan selalu penulis nantikan.

Akhir kata, penulis sangat mengharapkan semoga dengan penulisan tesis ini dapat memberi manfaat dan inspirasi bagi pembaca dan kiranya Tuhan Yesus Kristus Menyertai dan Memberkati.



Yogyakarta, 15 Mei 2019

Penulis

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Haryanto Santoso", is written over the printed name.

Haryanto Santoso

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TESIS.....	ii
PERNYATAN BEBAS PELAGIAT.....	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Keaslian Penelitian.....	5

1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
 BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	8
 BAB III	
LANDASAN TEORI.....	10
3.1. Pengenalan Mesin 4TAK (<i>Four Stroke</i>) Transmisi Manual	10
3.2. Speech Recognition	25
3.3. Sampel Suara.....	25
3.4. Hidden Markov Model (HMM)	26
3.5. Gaussian Mixture Model (GMM)	29
 BAB IV	
METODOLOGI PENELITIAN	31
4.1. Bahan Penelitian	31
4.1.1 Studi Penelitian	31
4.1.2 Data	31
4.1.3 Peralatan	32
4.1.4 Bahan Penelitian	33
4.2. Langkah Penelitian	34

4.2.1	Perekaman Suara	37
4.2.2	Konversi Suara	43
4.2.3	Pengenalan Suara	43
4.2.4	Hasil Suara	43
4.3.	Alur Metode	44
4.3.1	Hidden Markov Model (HMM)	44
4.3.2	Gaussian Mixture Model (GMM)	47
4.4.	Implementasi Pada Matlab	47
4.4.1	Merekam File Audio (*.wav*)	47
4.4.2	Membaca File Audio (*.wav*)	48
4.4.3	Kalkulasi (Pemrosesan)	48
4.4.4	Hasil	48
4.4.5	Simpan	48
 BAB V		
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		49
5.1.	Hasil Graphical User Interface (GUI)	49
5.1.1	Tampilan Layar Utama	49
5.1.2	Fungsi Tombol-Tombol Perintah	51
5.2.	Pembuktian GUI	61
5.2.1	Hasil Rekaman	61
5.2.2	Hasil Pengenalan	62

5.2.3 Hasil Solusi Perbaikan	63
------------------------------------	----

BAB VI

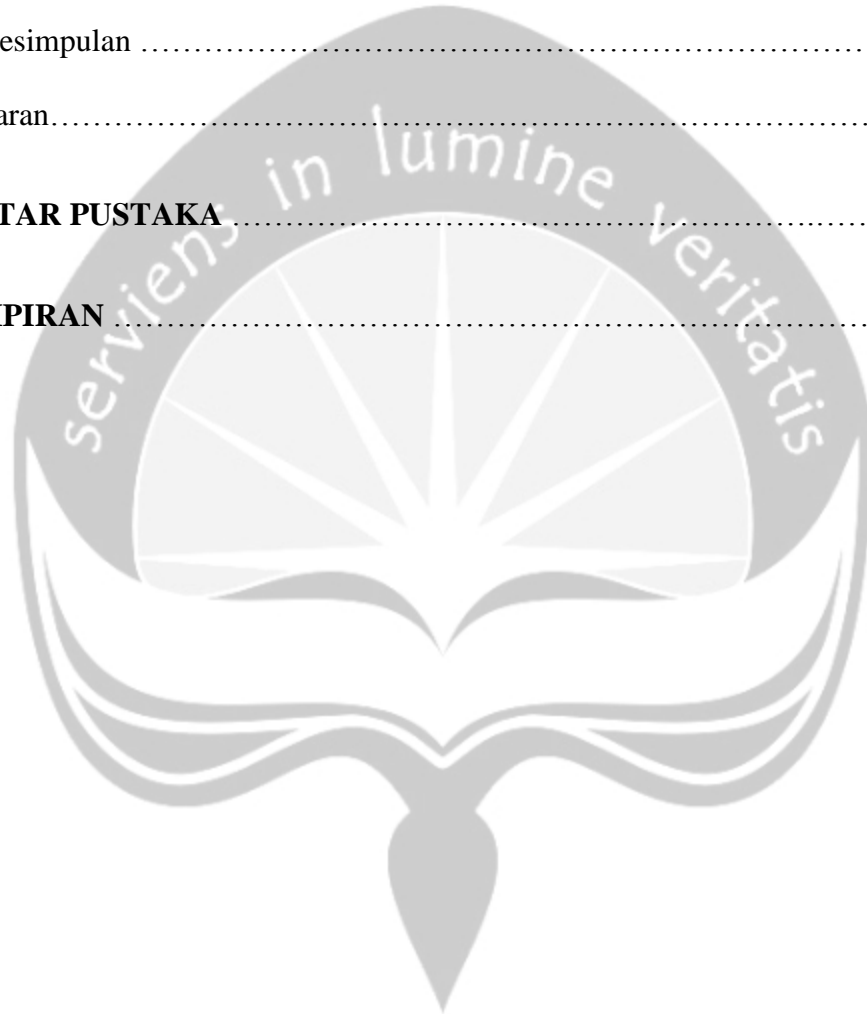
KESIMPULAN DAN SARAN	65
-----------------------------------	----

6.1 Kesimpulan	65
----------------------	----

6.2 Saran.....	65
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	66
-----------------------------	----

LAMPIRAN	70
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Table 4.1 Kondisi Part atau komponen dari normal sampai kerusakan.....	42
Table 4.2 Kondisi Suara Mesin.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Cara Kerja Mesin 4TAK.....	10
Gambar 3.2a. Cylinder Head.....	11
Gambar 3.2b. Cylinder Head.....	12
Gambar 3.3. Camshaft Valve.....	13
Gambar 3.4. Cam Chain Tensioner.....	14
Gambar 3.5. Cylinder.....	15
Gambar 3.6. Right Crankcase Cover.....	16
Gambar 3.7. One Way Clutch.....	16
Gambar 3. 8. Clutch.....	17
Gambar 3.9. Oil Pump.....	18
Gambar 3.10. Left Crankcase Cover.....	18
Gambar 3.11. Generator.....	19
Gambar 3.12. Starting Clutch.....	19
Gambar 3.13. Starting Motor.....	20
Gambar 3.14. Crankcase.....	21
Gambar 3.15. Crank Shaft / Piston.....	21
Gambar 3.16 Transmission.....	22

Gambar 3.17. Gear Shift Drum.....	23
Gambar 3.18. Kick Starter Spindle.....	23
Gambar 3.19. Carburetor.....	24
Gambar 3.20. Proses Rantai Markov.....	27
Gambar 4.1. Alur Kerja Sistem.....	35
Gambar 4.2. Alur Pemrosesan.....	36
Gambar 4.3. Posisi Pengambilan Suara Mesin Sepeda Motor Top 01.....	37
Gambar 4.4. Posisi Pengambilan suara Mesin Sepeda Motor Kiri 02.....	38
Gambar 4.5. Posisi Pengambilan Suara Mesin Sepeda Motor Kanan 03.....	39
Gambar 4.6. Suara Hasil Rekaman.....	40
Gambar 4.7. Suara Yang Digunakan.....	41
Gambar 4.8. Parameter Hidden Markov Model (HMM).....	45
Gambar 5.1. Tampilan Layar Utama Aplikasi Pada GUI.....	50
Gambar 5.2. Hasil Tampilan Layar Utama Aplikasi.....	51
Gambar 5.3. Proses Mulai Rekaman.....	52
Gambar 5.4. Proses Setelah Rekaman.....	52
Gambar 5.5. Proses Hasil Rekaman.....	53
Gambar 5.6. Proses Hasil Rekaman Yang Tidak Sesuai.....	54
Gambar 5.7. Proses Buka File.....	55

Gambar 5.8. Tampilan Proses Putar File Uji.....	56
Gambar 5.9. Tampilan Proses Analisis.....	57
Gambar 5.10. Tampilan Proses Rekaman.....	58
Gambar 5.11. Tampilan Proses Simpan File.....	59
Gambar 5.12. Tampilan Proses Hapus File.....	60
Gambar 5.13. Tampilan Hasil Rekaman.....	61
Gambar 5.14. Tampilan Hasil Pengenalan.....	62
Gambar 5.15. Tampilan Informasi Perbaikan.....	63

